

1.5 Identifizierung von Hotspots der Biodiversität im Wald

Mit dem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Vorhaben „Identifizierung von Waldgebieten mit vorrangiger Bedeutung für den Erhalt der Biodiversität“ konnte in den Wäldern der Schleswig-Holsteinischen Landesforsten (SHLF) ein Lösungsweg für zwei wichtige Ziele des Waldnaturschutzes erarbeitet werden: Schutz der Lebensgemeinschaften der Alters- und Zerfallsphase von Laubwäldern sowie der gefährdeten Feucht- und Nasswälder.

Der Ansatz des Forschungsprojektes geht von der Überlegung aus, dass Schutzmaßnahmen vor allem dort erfolgen sollten, wo eine größtmögliche Wirksamkeit zu erwarten ist. Dies gilt insbesondere für die Zentren der typischen Arten- und Lebensraumvielfalt (Biodiversitätszentren oder Hotspots). Da dort die entsprechenden Lebensgemeinschaften mehr oder weniger vollständig erhalten geblieben sind, ist ihre Stabilisierung wesentlich effektiver als eine Wiederherstellung an anderer Stelle (MEYER et al. 2009, 2015).



Abb. 1: Typische Beispiele für Indikatorarten der Alters- und Zerfallsphase: Mittelspecht (Foto: K. Bogon), Ästiger Stachelbart (Foto: M. Schmidt), Eremit (Foto: F. Rahn) und Schönes Runzelbrudermoos (Foto: M. Schmidt).

Für die Umsetzung dieser Strategie standen bisher noch keine praxisreifen Methoden zur Verfügung. Diese Lücke konnte geschlossen werden, indem ein Verfahren zur Identifikation und langfristigen Sicherung von Hotspots entwickelt wurde.

Das Verfahren basiert auf einer multivariaten Habitatmodellierung für Indikatorarten der Alters- und Zerfallsphase beziehungsweise der gefährdeten Feucht- und Nasswälder. Hierfür wurden umfangreiche Geodaten zu den vorkommenden Arten und der Waldstruktur genutzt. Das Ergebnis der Modellierung ist eine Bewertung der Eignung aller Waldbestände als Habitat für die Indikatorarten. Waldbestände mit besonders hoher Eignung wurden als Hotspots eingestuft.

Methoden

Modellbildung für die Alters- und Zerfallsphase

Um die Hotspots der Alters- und Zerfallsphase zu identifizieren, wurden vier verschiedene Habitatmodelle für diejenigen Indikatorartengruppen berechnet, die eng an entsprechende Strukturen von naturnahen Laubwäldern gebunden sind. Die Indikatorarten wurden auf der Grundlage von Literaturrecherchen und Expertenwissen aus den Gruppen der holzbewohnenden Käfer, Holzpilze, epixylen Moose sowie der höhlenbrütenden Vögel ausgewählt (Tabelle 1). Beispiele sind der Mittelspecht (*Dendrocopus medius*), der Eremit (*Osmoderma eremita*), der Ästige Stachelbart (*Hericium coralloides*) und das Schöne Runzelbrudermoos (*Rhytidiadelphus loreus*) (Abbildung 1).

Für die Modellierung wurden Artfunde im Landeswald ab 1970 verwendet. Die zu Grunde liegenden Artdaten wurden von der Koleopterologischen Sektion des Vereins für Naturwissenschaftliche Heimatforschung zu Hamburg e.V. (Käfer), dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) und der Ornithologischen Arbeitsgemeinschaft Schleswig-Holstein und Hamburg e.V. (Vögel), der Mykologischen Arbeitsgemeinschaft Schleswig-Holstein als Teil der AG Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V. (Pilze) sowie der AG Geobotanik und dem LLUR (Moose) bereitgestellt. Die Erhebung dieser umfangreichen Datengrundlage erfolgte in jahrzehntelanger Arbeit vornehmlich durch ehrenamtliche Kräfte.

Die Habitateignung der einzelnen Waldbestände erreicht Werte zwischen 0 und 100. Diese Spanne wurde in die Stufen „ungeeignet“ (Habitateignung < 25), „bedingt geeignet“ (≥ 25 und < 50), „geeignet“ (≥ 50 und < 75) und „optimal“ (≥ 75) eingeteilt. Als Hotspots (Biodiversitätszentren) wurden Bestände mit einer optimalen Habitateignung angesehen. Zunächst wurde für jede Artengruppe eine eigenständige Modellierung durchgeführt. Die Habitateignung wurde anschließend als Mittelwert der vier einzelnen Modelle berechnet.

Die erklärenden Variablen des Habitatmodells stammen größtenteils aus der aktuellen Waldinventur (Forsteinrichtung) der SHLF sowie einer Kartierung der historisch alten Waldstandorte (GESELLSCHAFT FÜR FORSTPLANUNG GBR & NIEDERSÄCHSISCHES FORSTPLANUNGSAMT, unveröffentlicht) (Tabelle 2).

Tab. 1: Artengruppen, die in das Habitatmodell für die Alters- und Zerfallsphase eingingen

Artengruppe	Artenzahl [n]	Abundanz [n]	Fundorte [n]
xylobionte Käfer	65	126	29
höhlenbrütende Vögel	3	369	369
Pilze	15	84	42
Moose	17	160	112
Summe	100	739	552

Modellbildung für die gefährdeten Nass- und Feuchtwälder

Wertvolle und gefährdete Feucht- und Nasswälder wurden anhand einer separaten Habitatmodellierung auf der Grundlage des Vorkommens bestimmter Gefäßpflanzen und Moose identifiziert. Im Einzelnen wurden Hotspots für die nach FFH-Richtlinie prioritären Lebensraumtypen (LRT) Erlen-Eschen-Wälder (LRT 91E0*, *Stellario-Alnetum* und *Carici-Fraxinetum*) und Moorbirken-Bruchwälder (LRT 91D0*, *Vaccinio-Betuletum*) sowie für nährstoffreichere

Walzensiegen-Erlenbruchwälder (*Carici-Alnetum*) und nährstoffärmere Torfmoos-Erlenbruchwälder (*Sphagno-Alnetum*) identifiziert (Tabelle 3). Die Festlegung der Indikatorartengruppen erfolgte auf der Basis von Ergebnissen eines weiteren DBU-Projektes (CULMSEE et al., 2014) und von für Schleswig-Holstein relevanter Literatur (HÄRDTLE, 1995; SCHMIDT ET AL., 2014; MÖLDER et al., 2015).

Tab. 2: Übersicht über die in den Modellierungen der Hotspots der Alters- und Zerfallsphase (Modell A) und der Feucht- und Nasswälder (Modell F) verwendeten öko-geographischen Variablen. x = im Modell verwendet. Prozentuale Einheiten beziehen sich auf den Anteil der jeweiligen Variablen in einer Planungseinheit. Die Kartierung historisch alter Waldstandorte entstammt einem unveröffentlichten Gutachten im Auftrage des Niedersächsischen Forstplanungsamtes. Die Standortkartierung entstammt der forstlichen Standortaufnahme für die Schleswig-Holsteinischen Landesforsten.

Variable/Quelle	Einheit	Modell A	Modell F
<u>Forsteinrichtung</u>			
Anteil Buche	[%]	x	x
Anteil Eiche	[%]	x	
Anteil Fichte	[%]	x	
Anteil Birke	[%]		x
Anteil Erle	[%]		x
Anteil Esche	[%]		x
Anteil Laubbaumarten	[%]	x	x
Anteil Laubbaumarten mit hoher Lebensdauer	[%]	x	
Anteil nicht-standortheimischer Baumarten	[%]	x	x
Bestockungsgrad der Hauptbaumart		x	
Distanz zu Altbuchenbestand (>120 Jahre)	[m]	x	
Distanz zu Alteichenbestand (>160 Jahre)	[m]	x	
maximales Alter der Laubbäume	[a]	x	x
<u>Kartierung historisch alter Waldstandorte</u>			
Anteil historisch alten Waldes	[%]	x	x
<u>Standortkartierung</u>			
Trophiestufe	Kategorie		x
Wasserhaushaltsstufe	Kategorie		x

Die Fundorte der relevanten Gefäßpflanzen- und Moosarten in den Wäldern der SHLF wurden aus der gemeinsamen Datenbank der AG Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e. V. und des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) ausgelesen (AG GEOBOTANIK & LLUR, 2013).

Validierung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Modellierung für die Alters- und Zerfallsphase wurden stichprobenartig für jeweils zehn Waldbestände in den Habitategnungsklassen „ungeeig-

net“, „bedingt geeignet“, „geeignet“ und „optimal“ im Gelände überprüft. Bei der Validierung wurden die Modellergebnisse mit vor Ort aufgenommenen Habitatstrukturen, welche für die ursprüngliche Modellierung nicht explizit vorlagen, verglichen. Hierbei handelte es sich um Kleinstrukturen und Mikrohabitate wie Höhlen, Rindenverletzungen, Konsolenpilze, naturschutzfachlich bedeutsame einzelne Baumindividuen sowie stehendes und liegendes Totholz. Zusätzlich wurde auch der ökonomische Wert der Bestände in drei Stufen (gering, mittel, hoch) eingeschätzt.

Tab. 3: Artengruppen die in das Habitatmodell für die Feucht- und Nasswälder eingingen

Artengruppe	Artenzahl [n]	Abundanz [n]	Fundorte [n]
Erlen-Eschenwald	13	2.382	1.957
Moorbirken-Bruchwald	9	446	319
Walzenseggen-Erlenbruchwald	11	978	612
Torfmoos-Erlenbruchwald	11	711	513
Summe	34	4.517	3.401

Die modellierten Hotspots der Extremstandorte wurden durch den Projektpartner SHLF validiert. Zwischen März und Juni 2015 erfolgte die Bereisung von insgesamt 137 der über die Habitatmodellierung identifizierten Einzelflächen durch Mitarbeiter der SHLF. Bei dieser Flächenbereisung wurden ebenfalls Strukturmerkmale und ökonomische Wertigkeit angesprochen.

Ergebnisse

Alters- und Zerfallsphase

Die vier Einzelmodelle der Artengruppen Käfer, Vögel, Pilze und Moose zeichnen sich durch mittlere bis hohe Bestimmtheitsmaße aus. Als Variablen mit dem größten Erklärungswert für die räumliche Verteilung der Indikatorarten stellten sich modellübergreifend der Anteil historisch alten Waldes, das maximale Alter der Laubbäume, der Anteil der Laubbaumarten und die Distanz zu Alteenbeständen heraus.

Insgesamt wurden 1.842 ha an Hotspots der Alters- und Zerfallsphase identifiziert. Dies entspricht 3,4 Prozent der Waldfläche der SHLF. Die räumliche Verteilung in Schleswig-Holstein ist in Abbildung 2a dargestellt. Weiterhin wurden 5.796 ha der Habitateignungsklasse „geeignet“ und 7.347 ha der Klasse „bedingt geeignet“ identifiziert. Als Schwerpunktregion der Hotspots stellt sich das Ostholsteinische Hügel- und Seenland, insbesondere der Kreis Ostholstein, heraus. Weitere Häufungen von Hotspots finden sich im Bereich Barlohe und Luhnstedter Gehege, im Sörener Gehege bei Bordesholm und in den Wäldern bei Glücksburg an der Flensburger Förde.

Die im Zuge der Validierung aufgesuchten Hotspots weisen auf 63 % der Fläche hochwertige Habitatstrukturen auf. Lediglich ein geringer Anteil von 7 % der Hotspots zeichnete sich durch schlecht ausgeprägte Habitatstrukturen aus. Die restlichen 30 % der Hotspots weisen eine mittlere Wertigkeit der Habitatstrukturen auf. Die Ansprache der ökonomischen Wertigkeit bestätigte erwartungsgemäß, dass naturschutzfachlich hochwertige Habitatstrukturen in der Regel mit niedrigeren bis mittleren ökonomischen Wertigkeiten einhergehen. Auf Flächen mit explizit hoher ökonomischer Wertigkeit waren hingegen keine hochwertigen Habitatstrukturen zu finden.

Feucht- und Nasswälder

Die vier Einzelmodelle für die verschiedenen Waldgesellschaften zeichneten sich durch hohe Bestimmtheitsmaße aus. Als Variablen mit dem größten Erklärungswert für die räumliche Verteilung der Indikatorarten stellten sich die Wasserhaushaltsstufe sowie die Anteile der Baumarten Erle, Birke und Esche heraus. Die Variablen „maximales Alter der Laubbäume“ und „Anteil historisch

alten Waldes“, die in den Modellen der Alters- und Zerfallsphase wichtig waren, spielten bei den Modellen der Feucht- und Nasswälder eine weniger prominente Rolle.

Insgesamt wurden 1.680 ha an Hotspots der Feucht- und Nasswälder identifiziert. Dies entspricht 3,1 % der Waldfläche der SHLF. Die räumliche Verteilung in Schleswig-Holstein ist in Abbildung 2a dargestellt.

Die Validierung im Gelände ergab einen hohen Anteil von Flächen mit anmoorigen und moorigen Bereichen, was die Ergebnisse der Modellierung bestätigt. Habitatstrukturen an Bäumen wie Höhlen und Rindenverletzungen sowie stehendes und liegendes Totholz treten auf einem Großteil der Flächen auf, wenn auch nicht häufig. Da bei der Habitatmodellierung Gefäßpflanzen und Moose als Indikatorarten verwendet wurden, die zwar an die Standortbedingungen der Feucht- und Nasswälder, jedoch nicht an Holzstrukturen gebunden sind, ist dieses Ergebnis plausibel. Hinsichtlich der ökonomischen Wertigkeit überwogen Bestände mit einem niedrigen ökonomischen Wert (48 % der bereisten Fläche), jedoch fanden sich auch Bestände, die einen hohen ökonomischen Wert zugesprochen bekamen (30 %).

Diskussion

Mit der beschriebenen Methode wurden Hotspots identifiziert, die eine vorrangige Bedeutung für den Erhalt der Biodiversität in den Wäldern Schleswig-Holsteins haben.

Die Methode der Modellierung gewährleistet eine objektive und reproduzierbare Identifikation von Hotspots und liefert eine flächendeckende Habitateignungskarte auf der Ebene von Waldbeständen. Diese ist eine gute Grundlage für die Auswahl an Naturschutzvorrangflächen, bei der zusätzliche Kriterien, wie Erholungsnutzung, Verkehrssicherung, etc. eine Rolle spielen.

Die zu Grunde liegenden Daten zu Artfunden und Waldeigenschaften sind sehr umfangreich. Dies wird am Beispiel der Gefäßpflanzen deutlich: Selbst nach der Eingrenzung auf relevante Indikatorarten konnten noch 34 Arten mit 4.517 Individuen an 3.401 Fundstellen verwendet werden. Die Modellierung von Hotspots setzt damit zugleich den Aufwand und das Fachwissen der ehren- und hauptamtlichen Kartiererinnen und Kartierer in Wert.

Obwohl die Ergebnisse der Modellierungen weit überwiegend plausibel sind, gibt es auch Hinweise auf limitierende Faktoren. Bei der Validierung vor Ort traten einige wenige Fälle auf, in denen die modellierte Habitateignung nicht zu den Gegebenheiten vor Ort passte. Gründe hierfür können ungenaue oder fehlerhafte Ein-

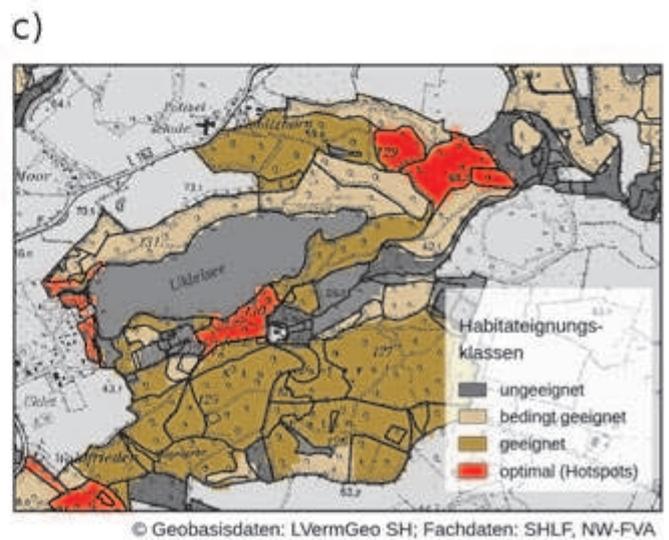
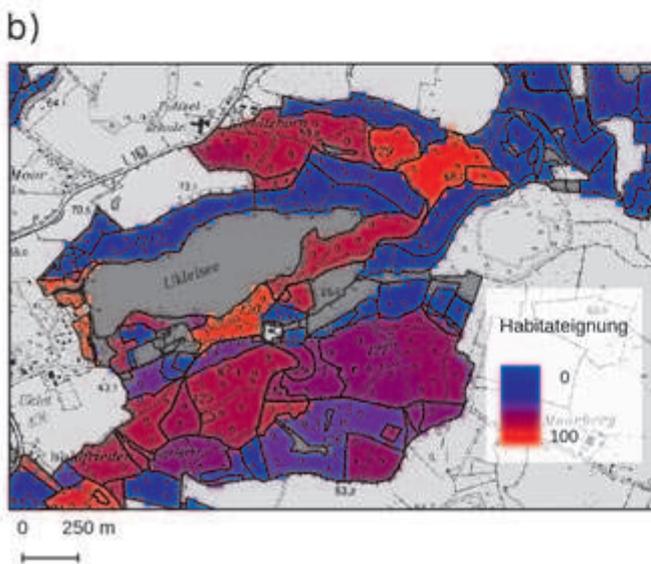
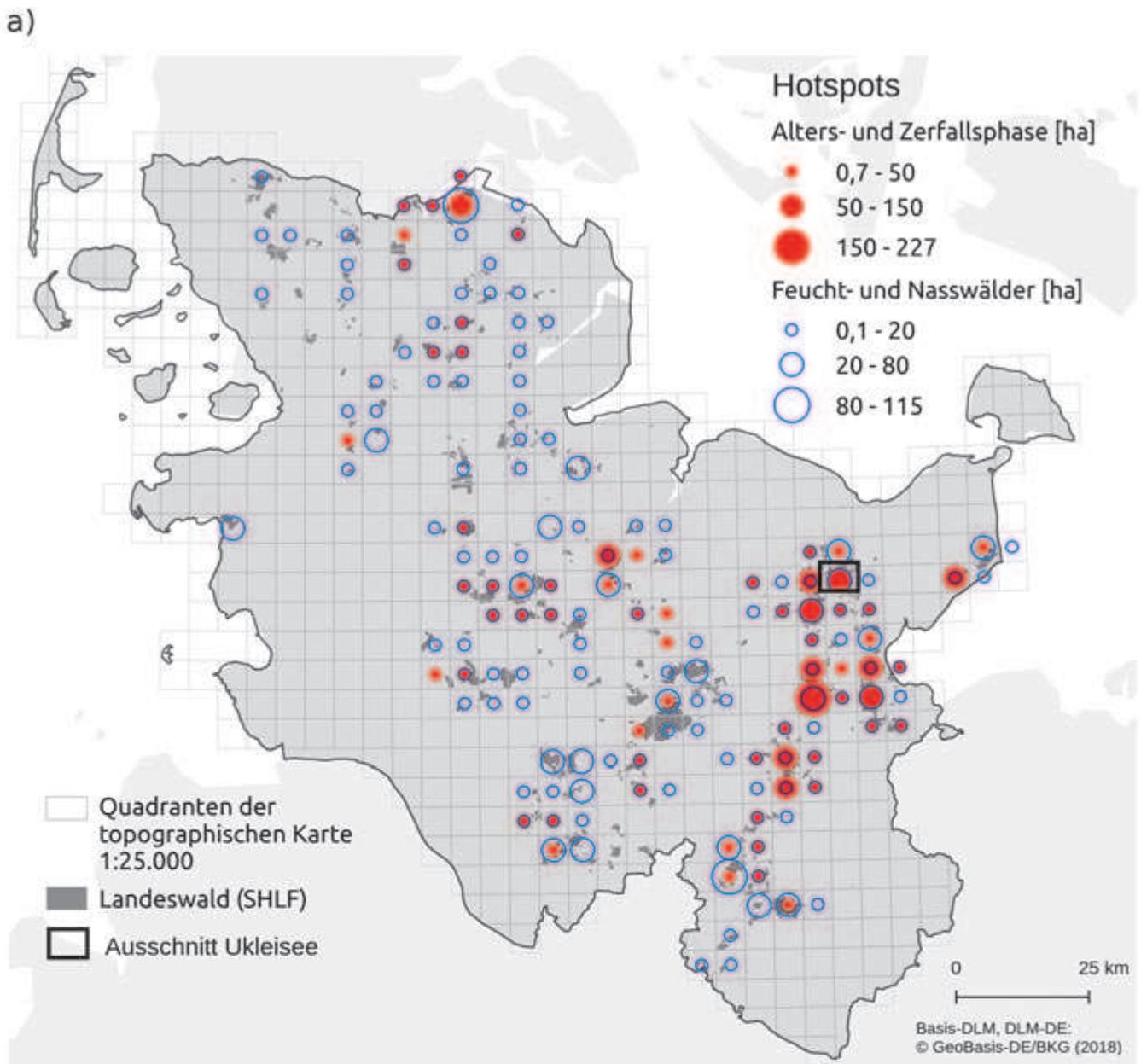


Abb. 2: a) Übersicht über die räumliche Verteilung der identifizierten Hotspots der Alters- und Zerfallsphase und der Feucht- und Nasswälder im Schleswig-Holsteinischen Landeswald. b) Ausschnitt Uckersee: Kontinuierlich skalierte Habitateneignung (0-100) des Modells für die Alters- und Zerfallsphase. c) Ausschnitt Uckersee: Habitateneignungsklassen (rot = Hotspot) des Modells für die Alters- und Zerfallsphase.

gangsdaten oder eine unzureichende Auswahl an erklärenden Variablen sein. Die Ergebnisse der Habitatmodellierung sollten aus diesem Grund möglichst vor Ort geprüft und immer nur von Fachleuten als Planungshilfe verwendet werden, die gegebenenfalls falsche Zuordnungen erkennen können.

Weiterhin liegen die präsentierten Ergebnisse bisher lediglich für den Landeswald vor. Insbesondere der flächenmäßig bedeutsame Wald des Eigenbetriebs Kreisforsten Herzogtum Lauenburg, aber auch der Wald verschiedener Stiftungen und privater Waldbesitzer ist nicht in der Modellierung enthalten. Da auch in diesen Wäldern wertvolle Bereiche zu erwarten sind (MÖLDER et al., 2014), wäre es wünschenswert, die Datenlage hier zu verbessern und in künftige Auswertungen einzubeziehen.

Die weitere Behandlung der identifizierten Hotspots ist eine eigenständige Fragestellung. Der Prozessschutz, also die Aufgabe forstlicher Nutzung und naturschutzfachlicher Pflegemaßnahmen, ist dann eine gute Option, wenn eine natürlicherweise auf dem jeweiligen Standort vorkommende Waldgesellschaft in ihrer typischen und vollständigen Ausprägung und Dynamik erhalten werden soll (Prozessschutz-Hotspots). In anderen Fällen stehen jedoch solche naturschutzfachlich wertvolle Lebensräume und Habitate im Vordergrund, die von pflegenden Eingriffen abhängig sind (Management-Hotspots). Beispielsweise kann es sinnvoll sein, konkurrierende Buchen in naturschutzfachlich wertvollen Alteichenbeständen zu entnehmen.

Abschließend ist zu betonen, dass die Identifikation von Hotspots der Biodiversität im Wald lediglich ein Baustein einer systematischen Schutzgebietsplanung ist. Schutzgebietssysteme weisen zumeist Lücken auf, welche mit Hilfe von Repräsentativitätsanalysen aufgedeckt werden können (MEYER et al., 2015). Die identifizierten Hotspots sollten im Sinne von Vorrangflächen für den Naturschutz genutzt werden, um diese Lücken zu schließen. Ein Abgleich mit ökonomischen Interessen kann ebenfalls vollzogen werden, da durch die quantifizierte Habitateignung auf der einen und den ökonomischen Wert auf der anderen Seite Datengrundlagen für einen optimierten und objektivierten Auswahlprozess von Naturschutzflächen vorliegen.

Literatur

AG Geobotanik & LLUR (2013): Gemeinsame Datenbank der AG Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e. V. und des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR), Kiel und Flintbek.

Culmsee, H., Schmidt, M., Schmiedel, I., Schacherer, A., Meyer, P., Leuschner, C. (2014): Predicting the distribution of forest habitat types using indicator species to facilitate systematic conservation planning. *Ecological Indicators* 37: 131-144.

Gesellschaft für Forstplanung & Niedersächsisches Forstplanungsamt (unveröffentlicht): Alte Waldstandorte in den Landesforsten Schleswig-Holsteins. Gutachten im Auftrag des Niedersächsischen Forstplanungsamtes (NFP).

Härdtle, W. (1995): Vegetation und Standort der Laubwaldgesellschaften (*Quercus-Fagetea*) im nördlichen Schleswig-Holstein. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg* 48: 1-441.

Meyer, P., Schmidt, M., Spellmann, H. (2009): Die „Hotspots-Strategie“ - Wald-Naturschutzkonzept auf landschaftsökologischer Grundlage. *AFZ/DerWald* 64(15): 822-824.

Meyer, P., Lorenz, K., Engel, F., Spellmann, H., Boele-Keimer, C. (2015): Wälder mit natürlicher Entwicklung und Hotspots der Biodiversität - Elemente einer systematischen Schutzgebietsplanung am Beispiel Niedersachsen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 47: 275-282.

Mölder, A., Gürlich, S., Engel, F. (2014): Die Verbreitung von gefährdeten Holz bewohnenden Käfern in Schleswig-Holstein unter dem Einfluss von Forstgeschichte und Besitzstruktur. *Forstarchiv* 85: 84-101.

Mölder, A., Schmidt, M., Schönfelder, E., Engel, F., Schulz, F. (2015): Bryophytes as indicators of ancient woodlands in Schleswig-Holstein (Northern Germany). *Ecological Indicators* 54: 12-30.

Schmidt, M., Mölder, A., Schönfelder, E., Engel, F., Schmiedel, I., Culmsee, H. (2014): Determining ancient woodland indicator plants for practical use: a new approach developed in northwest Germany. *Forest Ecology and Management* 330: 228-239.

Falko Engel, Dr. Andreas Mölder, Dr. Marcus Schmidt und Dr. Peter Meyer
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt
Gräzelstraße 2
37079 Göttingen